

200210618

DN

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
 MINISTÈRE  
 DE L'INDUSTRIE ET DU COMMERCE  
 SERVICE  
 de la PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

# BREVET D'INVENTION

Gr. 5. — Cl. 8.

N° 1.134.328

Classification internationale :

F 01 d

**Turbine à vapeur perfectionnée.**

Société dite : WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION résidant aux États-Unis d'Amérique.

Demandé le 23 mars 1955, à 15<sup>h</sup> 47<sup>m</sup>, à Paris.

Délivré le 3 décembre 1956. — Publié le 10 avril 1957.

(Demande de brevet déposée aux États-Unis d'Amérique le 24 mars 1954,  
 au nom de M. Robert HERTL.)

La présente invention concerne les turbines utilisant des fluides d'actionnement à haute température, et a trait plus particulièrement à une turbine axiale; elle a pour objet de fournir une turbine du type ci-dessus pouvant être entraînée par de la vapeur sous une pression et une température très élevées.

Pour différentes raisons économiques, il est souhaitable de créer des turbines à vapeur pouvant fonctionner sous des températures et des pressions très élevées. C'est la raison de l'orientation des efforts vers l'utilisation de vapeur à très haute pression et température qui ont toutefois soulevé des problèmes pratiquement insurmontables en ce qui concerne les différences de pression, de température, et les efforts auxquels se trouvent soumis les matériaux de construction. Ainsi, par exemple, lorsque la pression de la vapeur augmente, les parois d'enveloppe de la turbine, et en particulier les parois de l'enveloppe intérieure, sont habituellement prévues plus épaisses afin de pouvoir supporter la différence de pression accrue qui règne entre les deux faces de cette enveloppe. Mais en augmentant l'épaisseur des parois, on crée une plus grande différence de température entre les deux faces opposées de la paroi, et le gradient thermique qui en résulte ajoute de sérieuses contraintes qui viennent s'ajouter aux efforts que la pression existante fait déjà subir aux parois de l'enveloppe. Il est clair que, pour résoudre ces problèmes d'addition d'efforts thermiques et de pression, les solutions habituelles adoptées ont pour résultat des parois d'enveloppes ayant une épaisseur excessive, ce qui les rend encombrantes, non homogènes, difficiles à fabriquer et chères, et donnent naissance à une turbine qui doit être mise en route et arrêtée avec les plus grandes précautions.

En se basant sur ce qui précède, l'invention a

pour objet une turbine à vapeur à haute température et pression, dont la structure de l'enveloppe intérieure est conçue de manière à ce que l'épaisseur de ses parois reste entre des limites raisonnables, tout en permettant un fonctionnement convenable de la turbine.

L'invention vise également à fournir une turbine du type mentionné dont la structure de l'enveloppe intérieure est agencée de manière à réduire les différences de température et de pression de part et d'autre de ses parois, et par voie de conséquence les contraintes auxquelles ces parois sont soumises.

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront d'ailleurs de la description détaillée qui suit d'un mode de réalisation, choisi à titre d'exemple non limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

La fig. 1 est une vue en coupe axiale d'une turbine à vapeur suivant l'invention;

La fig. 2 est une vue en coupe suivant la ligne II-II de la fig. 1, et

La fig. 3 est une vue en coupe suivant la ligne III-III de la fig. 1.

En se référant aux dessins, une turbine à vapeur comprend une enveloppe extérieure 10 comportant une moitié supérieure 11 et une moitié inférieure 12, assemblées au moyen de boulons 13; une enveloppe intérieure 14 ayant une forme générale tubulaire et disposée à l'intérieur des moitiés d'enveloppe extérieure 11 et 12, à une certaine distance de ces dernières, et d'un assemblage d'aubages constituant le rotor 15, concentrique à l'enveloppe intérieure 14 et traversant l'enveloppe extérieure 10.

Le rotor 15 est pourvu d'un arbre 16 qui comporte un certain nombre de disques 17 venus de matière, et un certain nombre de rangées annulaires d'ailettes 18 fixées au pourtour de ces dis-

ques. Ainsi que les techniciens le savent, les ailettes 18 peuvent être du type à l'entrée latérale et coopèrent avec un certain nombre de rangées de diaphragmes fixes 19, comme le montre la fig. 1 afin de fournir un certain nombre d'étages dans lesquels l'énergie est extraite de la vapeur par expansion, avec une réduction correspondante de la pression et de la température de celle-ci.

L'enveloppe extérieure 10 est pourvue d'un certain nombre d'entrées de vapeur 20 comportant des prolongements intérieurs 20a, qui coopèrent avec un certain nombre de parties tubulaires 21 dirigées vers l'extérieur, et ne faisant qu'un avec l'enveloppe intérieure 14, et qui sont disposées de manière à pouvoir coulisser par rapport à des parties 22 en forme de douilles venues de matière avec les canaux d'entrée 20. Ainsi que l'on sait, cet agencement permet une dilatation libre des différents éléments associés 20, 21 et 22, de sorte qu'il ne se produit pas de contrainte thermique dans l'enveloppe intérieure, ni dans l'enveloppe extérieure.

L'enveloppe intérieure 14 est, en outre, pourvue d'une chambre annulaire à tuyères 23 comportant un certain nombre de canaux dirigés vers l'extérieur 24, qui communiquent avec les arrivées de vapeur 20, de sorte que la vapeur vive peut être envoyée de manière continue aux différents étages décrits ci-dessus.

Conformément à l'invention, l'enveloppe intérieure 14 comprend une paroi externe tubulaire 25, venue de matière, et une paroi interne tubulaire 26, également venue de matière, disposée coaxialement, mais qui n'est rattachée à l'enveloppe qu'à l'une de ses extrémités, le reste de sa longueur étant écarté de l'enveloppe de manière à former entre elles une chambre de vapeur 27.

La surface intérieure des parois 25 et 26 présente une forme cylindrique à gradins de manière à présenter des sièges 25a et 26a respectivement, pour les diaphragmes 19. De plus, la paroi intérieure 26 comporte, à son extrémité d'amont et adjacent, à la chambre à tuyères 23, un bloc de tuyères 28, à travers desquelles la vapeur est envoyée dans les cellules 18, 19.

La paroi externe 25 de l'enveloppe intérieure 14 est disposée à une certaine distance par rapport à l'enveloppe extérieure 10, et ces deux surfaces délimitent entre elles un conduit d'échappement annulaire 29 qui, à l'une de ses extrémités, communique avec les étages 18, 19, l'autre allant rejoindre une tubulure d'échappement 30 de l'enveloppe extérieure. Ainsi donc, la vapeur vive alimente les cellules 18, 19 de la turbine en traversant les entrées de vapeur 20, la chambre à tuyères 23, et le bloc de tuyères 28, puis après avoir dépensé son énergie, s'écoule à travers le conduit d'échappement 29, vers la tubulure d'échappement 30 qui

peut être connectée soit à une autre turbine, soit traverser un réchauffeur (non représenté) pour être ensuite utilisée à nouveau.

Ainsi qu'il est connu, lorsque la vapeur traverse le bloc de tuyères 28 et circule à travers les différents étages de la turbine, sa pression diminue en même temps que sa température, de sorte que l'étage le plus proche du bloc de tuyères 28 est celui où la pression est la plus élevée, et les étages successifs suivants reçoivent une pression de moins en moins élevée, l'étage dont la pression est la plus basse étant le dernier de la série.

Les parois internes 26 de l'enveloppe intérieure sont dirigées axialement vers l'aval, vers un étage à pression intermédiaires 19a, qui est pourvu d'un certain nombre de passages radiaux 31 qui offrent une voie de communication entre les aubages fixes (diaphragmes) de cet étage et la chambre de vapeur annulaire 27, de sorte que cette dernière est constamment traversée par de la vapeur ayant la même température et la même pression que celle qui règne à l'étage 19a.

Dans certains cas, il peut être désirable d'effectuer une circulation de vapeur à travers la chambre annulaire 27, et un certain nombre de canaux étroits 32, 32a ménagés à l'intérieur de l'enveloppe intérieure 14 et communiquant avec l'extrémité fermée de celle-ci ont été prévus à cet effet. La vapeur qui s'écoule à travers les canaux étroits 32, 32a peut alimenter un appareil d'utilisation quelconque en vue de l'extraction de l'énergie qu'elle renferme. Toutefois, ainsi que le montre le dessin, il est préférable de reconduire la vapeur à l'intérieur de la turbine vers l'étage 19b, disposé en aval de l'étage 19a, au moyen d'un certain nombre de petits tubes 33 qui s'allongent à travers le conduit de sortie 29. Par cet agencement, la vapeur est recyclée dans le courant de vapeur principal qui traverse les différentes cellules successives de la turbine et fournit encore de l'énergie avant d'être évacuée par le conduit de sortie 29.

Une gorge annulaire 34 peut également être ménagée à l'extrémité d'amont de l'enveloppe intérieure 14. Cette gorge s'étendra, de préférence, jusqu'aux jonctions des canaux 32 et 32a, et formera un raccordement très étroit avec un passage de fuite annulaire 35 qui part du côté d'aval de la tuyère 28 et longe le pourtour de l'arbre 16. Un joint dynamique annulaire ou labyrinthe d'étanchéité 36 disposé entre l'enveloppe intérieure 14 et un serre-garniture 37, assure l'étroitesse voulue du passage 35. Grâce à cet agencement, si de la vapeur à haute pression venait à s'échapper au-delà du labyrinthe d'étanchéité 36, elle serait dirigée à travers le passage annulaire 35 vers la gorge annulaire 34, et de là, finalement, dans le canal 32a. De plus, afin de faciliter la fabrication de l'enveloppe 14 et établir une communication assu-

rée entre les canaux 32 et 32a, la gorge annulaire intervient pour réduire les différences de pression et de température entre les faces de la partie d'amont de la paroi de l'enveloppe intérieur 14 qui, autrement, serait très épaisse, et ce, d'une manière similaire à celle qui sera exposée maintenant en se référant à la chambre 27 et aux parois 25 et 26 de l'enveloppe intérieure.

Grâce à l'aménagement de la paroi de l'enveloppe intérieure avec une double paroi, les parties de la paroi de l'enveloppe intérieure entourant les étages à haute pression ne sont exposées qu'à des différences de température et de pression réduites, et par conséquent à des efforts mécaniques réduits. Puisque la chambre 27 est traversée par de la vapeur ayant une pression et une température intermédiaires, la paroi interne 26 de l'enveloppe intérieure est soumise à des différences de température et de pression maxima qui sont égales à la valeur de la pression et de la température de vapeur qui règne dans l'étage d'amont, moins la valeur de la pression et de la température de la vapeur dans la chambre 27. D'une manière similaire, la partie 25 de la paroi de l'enveloppe intérieure qui entoure la paroi 26 est soumise à une différence de pression et de température maximum, qui est égale aux valeurs caractéristiques de la vapeur présente dans la chambre 27 moins les valeurs caractéristiques correspondantes de la vapeur qui se trouve dans le conduit de sortie 29.

Ainsi, les différences de pression et de température qui, jusqu'ici, étaient appliquées de part et d'autre d'une seule paroi, sont réparties maintenant entre deux parois. Toutefois, étant donné que les efforts thermiques sont proportionnels aux carrés des différences de température, l'épaisseur totale des parois 25 et 26 pourra être moindre que celle d'une seule paroi soumise aux mêmes valeurs de vapeur.

A titre d'exemple, dans un projet de turbine équipée suivant l'invention, et utilisant une alimentation en vapeur sous 350 atm absolues et sous 621 °C, il a été calculé que les valeurs de vapeur suivantes s'établiront dans les différentes parties de la turbine.

	PRESSION	TEMPÉRATURE
	atmosphères	°C
Étage A. ....	235	560
Chambre 27. ....	174	509
Conduit sorties 29. ....	88	403

Les différences maximum des deux côtés de la paroi 26 étaient, dans le cas ci-dessus, 61 atm et 52 °C.

Les différences maximum entre les deux côtés de la paroi 25 étaient 86 atm et 105 °C.

Les différences ci-dessus sont acceptables pour une turbine de ce type et permettent l'utilisation de parois d'enveloppe 25 et 26 ayant une épaisseur raisonnable. Toutefois, l'invention envisage de fournir, s'il y a lieu, une enveloppe intérieure ayant plus de deux parois coaxiales. Par exemple, si des valeurs de température et de pression de vapeur plus élevées sont utilisées, ou s'il est désirable de réduire davantage les différences de pression et de température que la paroi 25 supporte, et qui, dans l'exemple précédent, sont de 86 atm et de 105 °C, cette paroi 25 peut être remplacée par une structure à deux parois coaxiales dont la paroi intérieure s'étendrait plus en aval que la paroi 26, et formerait une chambre de vapeur similaire à la chambre 27, mais en communication avec un stade à plus basse pression que l'étage 19a.

De plus, il est possible, si on le désire, de supprimer les passages étroits 32, 32a et les tubes 33 sans diminuer notablement le rendement. Puisque la chambre 27 est en communication avec l'étage 19a, la pression dans cette chambre aura sensiblement la même valeur que celle qui règne à cet étage, même si la température de la vapeur augmente à cause du transfert de chaleur par la paroi 26.

L'enveloppe intérieure 14 peut être supportée dans l'enveloppe intérieure 10 d'une manière appropriée quelconque. Ainsi que le montrent, à titre d'exemple, les fig. 2 et 3, l'enveloppe intérieure est supportée dans un plan horizontal par un certain nombre de paires d'éléments diamétralement opposés 39 qui sont reçus dans des évidements correspondants 40 formés dans les moitiés 11 et 12 au voisinage immédiat de leurs lignes de séparation. De plus, ainsi que le montre la fig. 1, un alignement latéral peut être prévu au moyen d'une paire de doigts de centrage 41, traversant les moitiés de l'enveloppe extérieure, et pénétrant dans des évidements appropriés 42 de l'enveloppe intérieure.

Afin d'éviter de trop grandes pertes de vapeur le long de l'arbre 16, des labyrinthes d'étanchéité appropriés 43, 44, 45 et 46 pourront être prévus.

#### RÉSUMÉ

La présente invention concerne les turbines à vapeur qui peuvent être actionnées sous des pressions et des températures de vapeur très élevées.

L'invention s'applique à une turbine à vapeur qui comprend une enveloppe intérieure logée à l'intérieur d'une enveloppe extérieure, un assemblage formant rotor qui s'allonge axialement à travers ladite enveloppe intérieure et comportant un certain nombre de rangées annulaires d'ailettes rotatives qui coopèrent avec des ailettes fixes sup-

portées dans ladite enveloppe intérieure, constituant ainsi un certain nombre d'étages qui s'échelonnent depuis un étage à haute pression, successivement vers des étages à plus basse pression, ladite enveloppe intérieure comprend une première paroi et une seconde paroi disposée coaxialement à l'intérieur de la première, lesdites première et seconde parois délimitant une chambre annulaire qui communique avec un étage à pression intermédiaire, de sorte que cette chambre est traversée par au moins une partie de la vapeur de cet étage intermédiaire.

2° Modes de réalisation d'une turbine selon 1°, caractérisés par les points suivants pris séparément ou en combinaisons :

a. Les deux parois de l'enveloppe intérieure sont réunies entre elles à proximité de l'étage à haute pression;

b. L'enveloppe intérieure comprend une partie qui forme un passage d'admission de vapeur et communique avec l'étage à haute pression; la paroi externe de l'enveloppe intérieure coopère avec l'enveloppe extérieure pour former un conduit de sortie qui communique avec l'étage ayant la pression la plus basse;

c. Un agencement est prévu pour la circulation de la vapeur à travers la chambre annulaire de l'enveloppe intérieure, cet agencement comprend un orifice prévu dans l'enveloppe intérieure et qui rac-

corde ladite chambre avec une région ayant une pression inférieure à celle dudit étage à pression intermédiaire;

d. Ledit agencement de circulation de vapeur comporte un conduit qui raccorde ledit orifice à un étage à pression inférieure que celle dudit étage à pression intermédiaire;

e. Ce conduit s'étend à travers le conduit de sortie formé entre l'enveloppe extérieure et l'enveloppe intérieure;

f. L'agencement de circulation de vapeur est aménagé de manière à produire un courant de vapeur circulant à travers la chambre annulaire de l'enveloppe intérieure en sens contraire à la direction du courant de vapeur circulant à travers les étages d'expansion de la turbine;

g. L'enveloppe intérieure comporte à son extrémité d'amont un bloc de tuyères destiné à diriger la vapeur vers le rotor des canaux pour amener la vapeur audit bloc de tuyères, une gorge annulaire dans ladite extrémité d'amont de l'enveloppe intérieure, et un agencement comportant un passage étroit afin de diriger la vapeur de fuite dudit bloc de tuyères vers ladite gorge annulaire.

Société dite :

WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION.

Par représentation :

Office Josse.

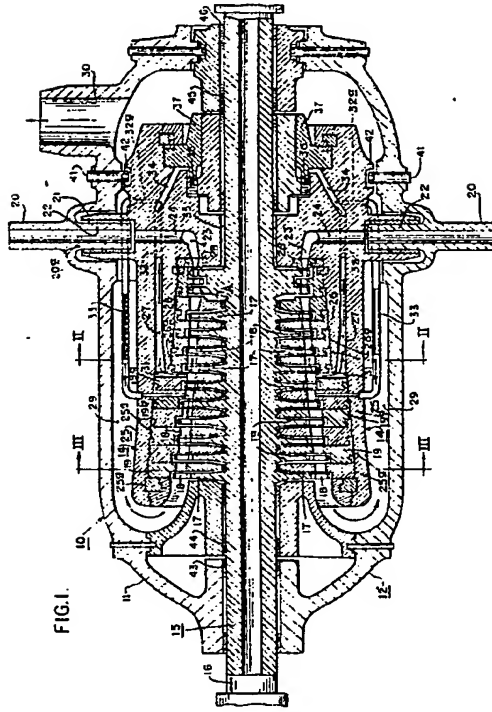


FIG. 1.

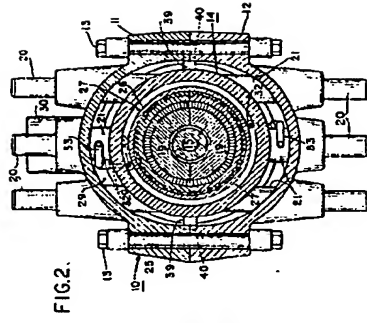


FIG. 2.

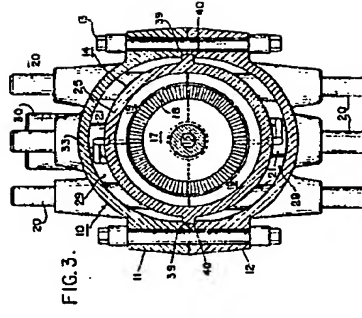
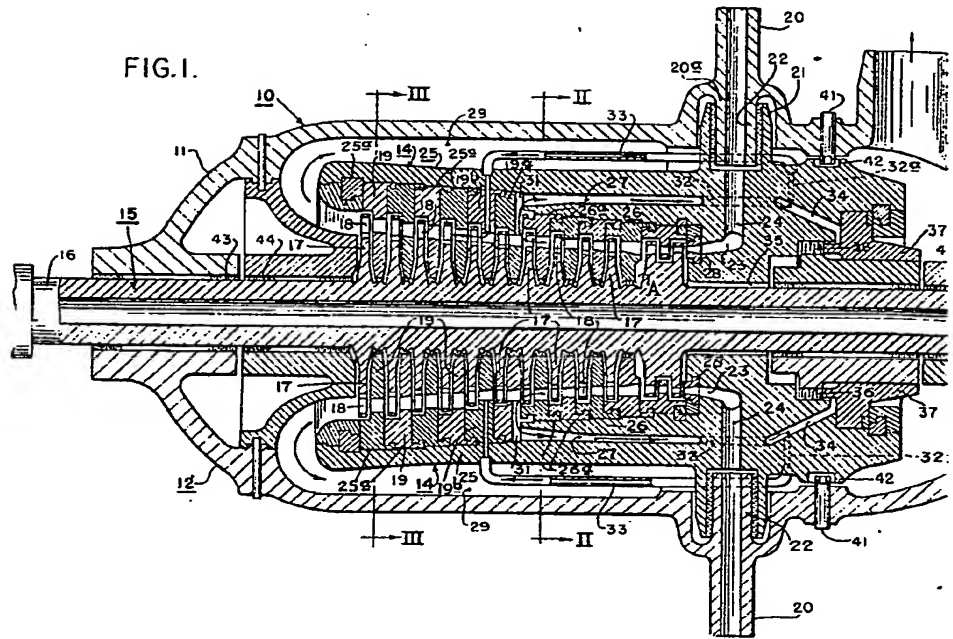


FIG. 3.

FIG. I.



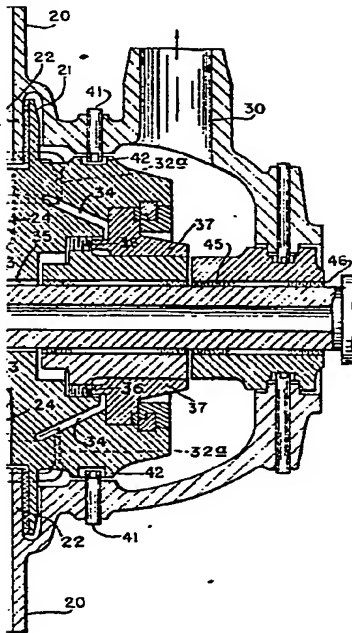


FIG. 2.

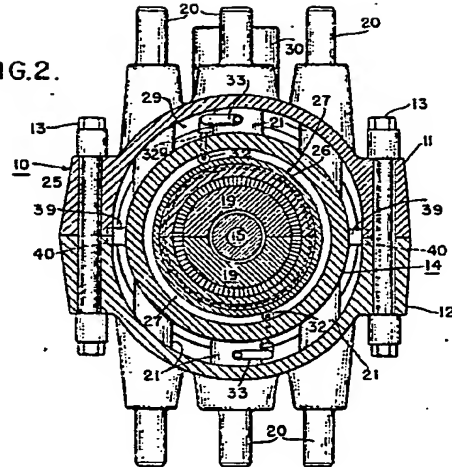


FIG. 3.

